

**STUDY PELAPISAN LOGAM BAJA KARBON RENDAH  
MENGUNAKAN KACA BEKAS DENGAN VARIASI JENIS AMPLAS  
400, 600, 1000**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata 1  
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

**oleh :**

**AJUG SUDIBYO**

**NIM : D200130196**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2018**

**STUDY PELAPISAN LOGAM BAJA KARBON RENDAH  
MENGUNAKAN KACA BEKAS DENGAN VARIASI JENIS AMPLAS  
400, 600, 1000**

**PUBLIKASI ILMIAH**

oleh:

**AJUG SUDIBYO**  
**D200.130.196**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen  
Pembimbing



**Patna Partono, S.T., M.T.**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**STUDY PELAPISAN LOGAM BAJA KARBON RENDAH**  
**MENGGUNAKAN KACA BEKAS DENGAN VARIASI JENIS AMPLAS**

**400, 600, 1000**

**OLEH**

**AJUG SUDIBYO**

**D 200 130 196**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji**  
**Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin**  
**Universitas Muhammadiyah Surakarta**  
**Pada hari Senin, 2 April 2018**  
**Dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan Penguji**

- |   |   |
|---|---|
| <b>1. <u>Patna Partono, ST., MT.</u></b><br><b>(Ketua Dewan Penguji)</b>      | (  )  |
| <b>2. <u>Ir Masyrukan, MT.</u></b><br><b>(Anggota I Dewan Penguji)</b>        | (  ) |
| <b>3. <u>Agus Yulianto, ST., MT.</u></b><br><b>(Anggota II Dewan Penguji)</b> | (  ) |



**Dekan,**

  
**Ir. H. Sri Suharjono, MT., Ph.D.**

**NIK. 682**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, April 2018

Penulis



**Ajug Sudibyo**

**D 200 130 196**

# **STUDY PELAPISAN LOGAM BAJA KARBON RENDAH MENGUNAKAN KACA BEKAS DENGAN VARIASI JENIS AMPLAS 400, 600, 1000**

## **ABSTRAK**

Analisa ini bertujuan untuk mengetahui komposisi kimia penyusun kaca dan kemudian membandingkannya dengan standar komposisi kimia untuk kaca enameling. Dalam penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh amplas terhadap pada baja karbon rendah dengan melihat pada mikro dan adhesi antara enamel dan permukaan baja karbon rendah.

Penelitian ini menggunakan pengujian SEM ( Scaning Elektron Microscope ) untuk mengetahui komposisi kimia pada kaca. Sedangkan untuk mengetahui pengaruh amplas pada permukaan baja karbon rendah dilakukan pengujian kekasaran permukaan serta pengujian foto mikro. Untuk mengetahui hasil kerekatan *glass coating* pengujian yang dilakukan yaitu pengujian bonding yang sesuai dengan Standar Eropa EN10209.

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwasanya kaca yang dapat digunakan dalam *glass coating* hanyalah kaca yang memiliki komposisi kimia mendekati standar komposisi kimia kaca enamel yaitu yang kandungan persentase silika yang rendah dan persentase alumina dan floor yang lumayan tinggi. Pada pengujian foto mikro dan bonding dari pengaruh amplas terhadap permukaan baja karbon rendah diperoleh hasil perekatan ( *strength of bonding* ).

**Kata kunci** : Glass coating, Baja karbon rendah, Amplas, Streght of bonding

## **ABSTRACT**

*This analysis aims to determine the chemical composition of the glass composer and then compare it with the standard chemical composition for glass enameling. In this study also aims to determine the effect of sandpaper on low carbon steel by looking at micro and adhesion between enamel and low carbon steel surface.*

*This study uses SEM (Scaning Electron Microscope) test to determine the chemical composition of glass. Meanwhile, to determine the effect of sandpaper on low carbon steel surface, surface roughness testing and micro photo testing were done. To know the result of tightness of glass coating test which is done that is bonding test which according to European Standard EN10209.*

*From the test results can be concluded that glass that can be used in glass coating is a glass that has a chemical composition close to the standard chemical composition of enamel glass is a low*

*percentage of silica content and the percentage of alumina and floor are quite high. In testing of micro and bond photographs of the effect of sandpaper on the surface of low carbon steel obtained the result of attachment (strength of bonding).*

**Keywords:** *Glass coating, Low carbon steel, Sandpaper, Streght of bonding*

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Saat ini, bahan kaca berbasis enamel telah diaggap sebagai kandidat yang paling menjanjikan sebagai bahan pelapis yang melindungi permukaan dari baja karena tahan terhadap bahan kimia dan tahan terhadap suhu tinggi serta memiliki ketahanan yang lama. ( I.G. Berzenishivili. 2012 )

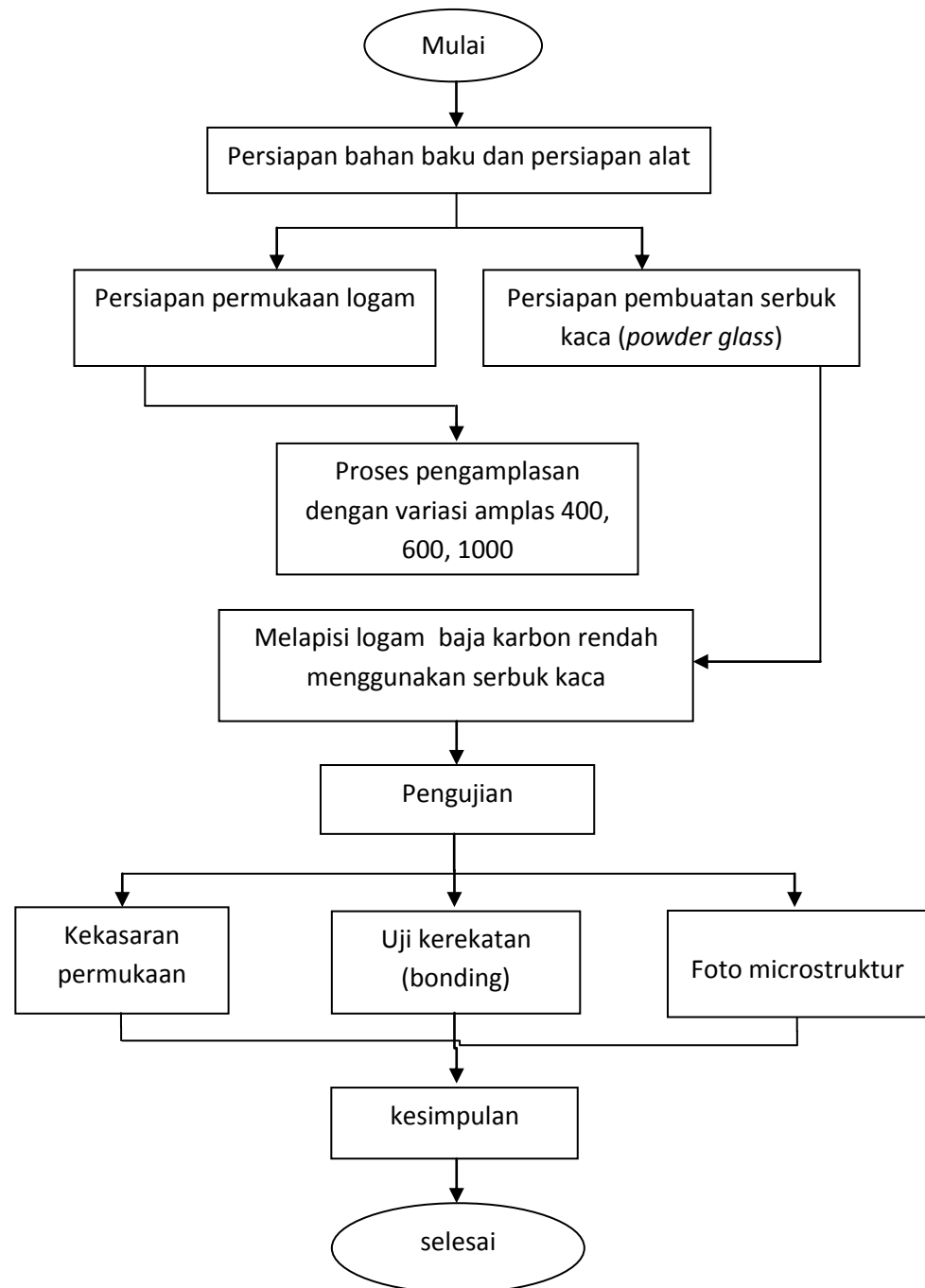
Di indonesia pelapisan menggunakan kaca ( glass coating ) masih belum banyak digunakan dibandingkan dengan negara-negara maju di luar negri. Negara-negara maju *glass coating* atau yang sering disebut enameling telah banyak menggunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti untuk pembuatan papan nama, pelapisan pipa, serta pelapisan pada alat-alat rumah tangga seperti peralatan memasak, *wastavel*, *betup*, dan masih banyak yang lainya.

Para akademis dituntut peranya untuk mengembangkan teknik pelapisan menggunakan kaca. Selain teknik ini memiliki nilai ekonomis juga dapat membantu mengurangi limbah-limbah botol kaca yang banyak kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari.

Study ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah botol-botol bekas yang kemudian diolah menjadi bahan untuk pelapisan enamel serta untuk menentukan perlakuan yang tepat terhadap permukaan logam sebelum dilapisi menggunakan lapisan kaca ( *glass coating* ).

## 2. METODE

### 2.1 Diagram Alir Penelitian



## **2.2 Bahan dan Alat Penelitian**

### **2.2.1 Bahan**

- 1) Botol bekas
- 2) Plat baja karbon rendah
- 3) Amplas

### **2.2.2 Alat Penelitian**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

- 1) Touch
- 2) Alat uji kekasaran
- 3) Alat uji bending
- 4) Alat uji foto mikro

## **2.3 Langkah Penelitian**

Penelitian dilakukan dengan langkah- langkah sebagai berikut :

- 1) Langkah awal mempersiapkan botol bekas dan plat baja karbon rendah dengan tebal 1 mm.
- 2) Kemudian memecah botol-botol bekas menjadi serpihan beling-beling kaca dan serpihan beling tersebut ditumbuk menggunakan penumbuk sehingga menjadi iserbuk ( *powder glass* ).
- 3) Memotong plat baja karbon rendah dengan ukuran 2x4 mm
- 4) Mengamplas permukaan plat baja karbon rendah dengan variasi jenis amplas 400, 600, 1000
- 5) Membersihkan permukaan yang telah diampas dengan menggunakan air sabun agar kotoran sisa pengamplasan yang masih menempel di permukaan plat baja karbon rendah hilang dan bersih
- 6) Setelah permukaan plat baja karbon rendah bersih dan kering, lalu plat baja karbon rendah dicelupkan dalam cairan alkohol.
- 7) Selanjutnya plat dijemur dibawah sinar matahari sampai permukaan plat yang hendak dilapisi mengering
- 8) Kemudian permukaan plat yang hendak dilapisi dicelupkan kedalam wadah serbuk kaca yang telah diaduk dengan air



- 9) Plat yang telah dilapisi dengan serbuk kaca, dipanaskan dibawah sinar matahari sampai kadar air didalamnya benar-benar hilang.
- 10) Menyiapkan penjepit sebagai tumpuan plat pada saat proses pemanasan, plat dipastikan datar agar serbuk kaca yang berada dipermukaan plat rata.
- 11) Selanjutnya melakukan proses pemanasan menggunakan torch dari arah yang berlawanan permukaan plat yang hendak dilapisi. Semburan api yang dikeluarkan dari ujung torch besarnya konstan selama proses pemanasan.
- 12) Waktu proses pemanasan setiap spesimen selama 10 menit
- 13) Setelah proses pemanasan selesai plat yang telah dilapisi dibiarkan dingin disuhu ruangan

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pengujian komposisi kimia kaca

Dari hasil pengujian komposisi kimia yang dilakukan di laboratorium terpadu Universitas Diponegoro diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 1 hasil pengujian komposisi kimi serbuk kaca berwarna hijau

Kandungan	Komposisi Serbuk Kaca ( % Berat )		
	Hijau	Biru	Enameling
Karbon, C	7,84	-	-
Floor, F	-	5,00	7,00
Natrium Oksida, Na <sub>2</sub> O	11,28	13,15	6,5
Alumina, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,48	11,64	7,2
Silika Dioksida, SiO <sub>2</sub>	66,42	49,89	20,2
Sulfur trioksida, SO <sub>3</sub>	-	0,31	-
Kalium Oksida, K <sub>2</sub> O	0,75	1,97	8.8
Kalsium Oksida, CaO	9,54	6,28	-
Kromium Oksida, Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,11	3,24	-
Mangan Oksida, MnO	-	1,02	1,9
Besi Oksida, FeO	0,39	4,10	-
Tembaga Oksida, CuO	-	2,08	-
Barium Oxide, BaO	-	1,33	-

Dari tiap kandungan komposisi kimia pada kaca tersebut memiliki fungsi antra lain :

1) Karbon, C

Karbon pada kandungan komposisi kimia diatas berfungsi untuk membuat kaca menjadi sulfit.

2) Floor, F

Floor berfungsi untuk menurunkan suhu fusi pada kaca.

3) Natrium Oksida,  $\text{Na}_2\text{O}$

Kandungan natrium oksida pada kaca berfungsi untuk membuat kaca menjadi tahan kimia dan menurunkan koefisien ekspansi .

4) Alumina,  $\text{Al}_2\text{O}_3$

Alimina berfungsi untuk meningkatkan fiskositas dan juga ketahanan kimia serta membuat kaca memiliki sifat elastis.

5) Silika Dioksida,  $\text{SiO}_2$

silika dioksida adalah bahan utama dalam pembuatankaca.

6) Sulfur trioksida,  $\text{SO}_3$

Sulfur trioksida berfungsi sebagai pewarna pada kaca.

7) Kalium Oksida,  $\text{K}_2\text{O}$

Kalium Oksida,  $\text{K}_2\text{O}$  berfungsi untuk mengoksidasi besi dari pasir silika sehingga tidak terlalu tampak pada kaca.

8) Kromium Oksida,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$

senyawa kromiumoksida berfungsi untuk membuat kaca menjadi mengkilat dan meningkatkan indeks bias.

9) Mangan Oksida,  $\text{MnO}$

Mangan oksida berfungsi untuk menghilangkan warna pada kaca.

10) Besi Oksida,  $\text{FeO}$

Besi oksida berfungsi sebagai pewarna yang membuat kaca menjadi berwarna hijau.

11) Tembaga Oksida,  $\text{CuO}$

Tembaga okside berfungsi sebagai pewarna pada kaca yang menjadikan kaca menjadi berwarna gelap.

12) Barium Oxide,  $\text{BaO}$

Barium oxide berfungsi untuk meningkatkan massa kaca.

setelah mengetahui komposisi kimia penyusun dari setiap kaca dan mengetahui fungsi dari tiap-tiap kandungan tersebut, kaca yang paling baik digunakan sebagai *coating glass* adalah kaca yang berwarna biru dikarenakan kandungan kaca yang berwarna biru memiliki kandungan silika dioksida yang lebih sedikit dan memiliki kandungan alumina yang lebih besar sehingga mudah untuk dileburkan atau dilelehkan. Hal itu dikarenakan jika kaca memiliki kandungan silika yang lebih kecil dan memiliki kandungan alumina yang lebih besar sehingga titik lebur pada kaca menjadi kecil

### 3.2 Pengujian kekasaran permukaan

Kekasaran permukaan merupakan hal yang dibutuhkan dalam teknik pelapisan karena dijadikan acuan parameter untuk menentukan hasil pelapisan yang baik.

Berikut adalah hasil dari pengujian kekasaran permukaan hasil pelapisan logam baja karbon rendah dengan menggunakan serbuk kaca bekas :

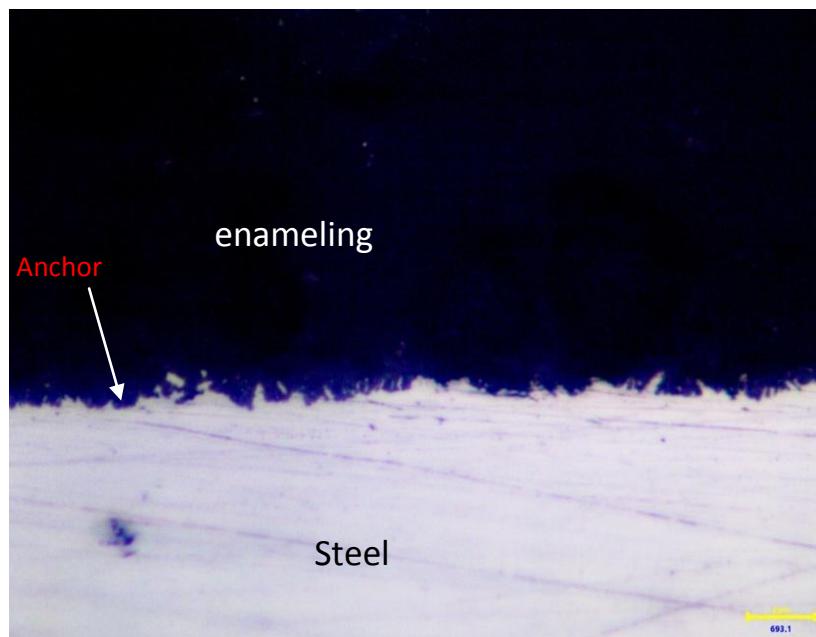
Tabel 2 pengaruh amplas terhadap kekasaran permukaan baja karbon rendah.

Jenis amplas	Ra ( $\mu\text{m}$ )
400	0,889
600	0,858
1000	0,614

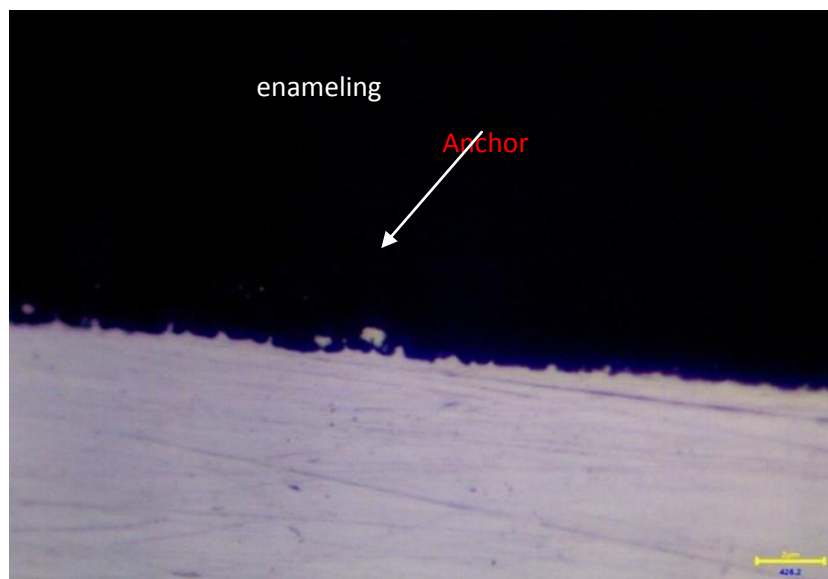
Dari tabel diatas menunjukkan bahwa jenis amplas yang nilainya Ra paling besar yaitu 0,889  $\mu\text{m}$  berpengaruh pada hasil kekasaran permukaan logam yang hendak dilapisi, hal itu disebabkan karena nilai tingkat kekasaran ukuran amplas yang berbeda.

### 3.3 Pengujian foto mikro.

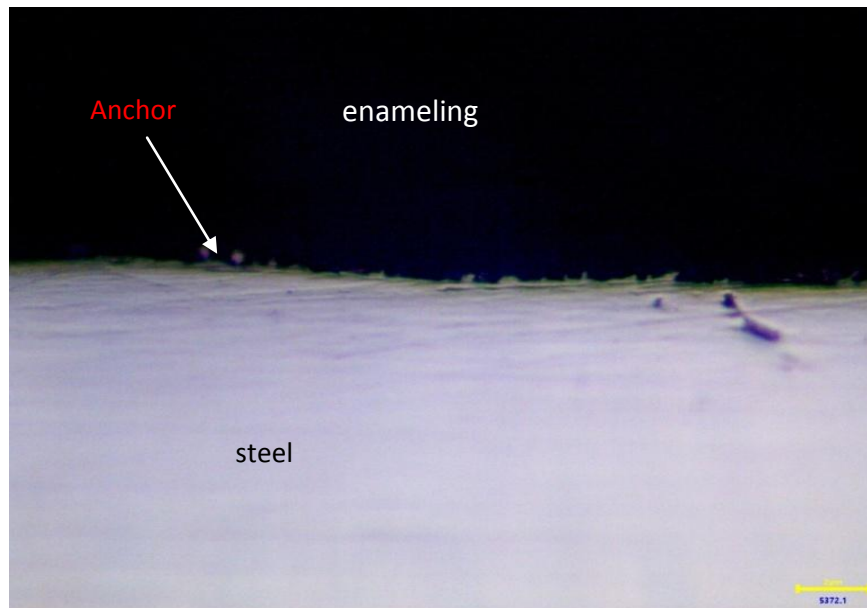
Pengujian bertujuan untuk melihat keadaan permukaan antara logam baja karbon rendah dengan serbuk kaca. Berikut adalah hasil dari pengujian foto mikro :



Gambar 1 Foro mikro pada hasil lapisan menggunakan jenis amplas 400



Gambar 2 Foro mikro pada hasil lapisan menggunakan jenis amplas 600



Gambar 3. Foto mikro pada hasil lapisan menggunakan jenis amplas 1000

Pada hasil uji coba foto mikro, dapat ditarik kesimpulan bahwa gambar 4.1 pada jenis variasi amplas 400 menunjukkan hasil jangkar-jangkar perekat yang lebih banyak, dan untuk gambar 3 menunjukkan lebih sedikit menunjukkan jangkar-jangkar dengan jenis variasi amplas 1000.

### 3.4 Pengujian bonding

Sesuai dengan tes untuk standard pengujian kekuatan rekat antara logam dengan lapisan kaca menggunakan standard Eropa EN10209. Spesimen diuji dengan cara bola baja dengan diameter tertentu dijatuhkan dengan ketinggian yang ditentukan. Dari hasil tumbukan antara bola baja dengan permukaan kaca menghasilkan kerusakan pada permukaan hasil pelapisan, dan dari hasil kerusakan itu dapat menentukan kekuatan daya rekat (*adhesi*)

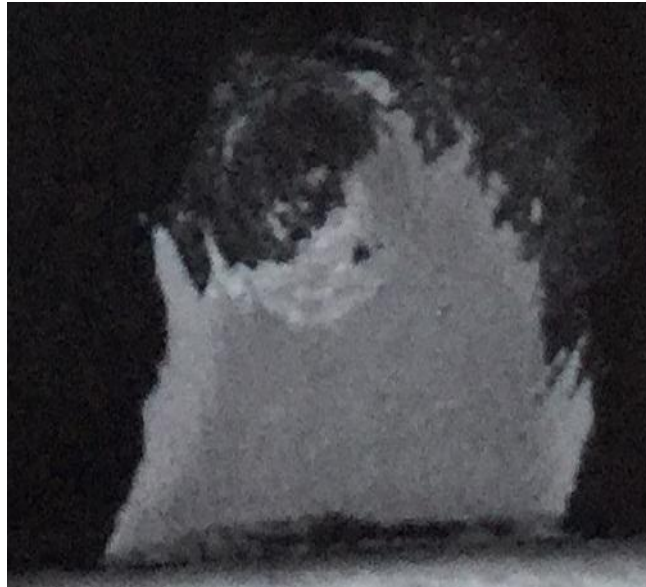
Tingkat kerusakan disetiap spesimen uji menghasilkan kerusakan yang dijadikan parameter hasil dari kekuatan daya rekat yang dikelompokkan menjadi 1st, 2nd, 3rd, 4th, dan 5th, dimana 1st menunjukan daya rekat yang terbaik.



Gambar 4. Hasil pengujian bonding amplas 400



Gambar 5. Hasil pengujian bonding amplas 600



Gambar 6. Hasil pengujian bonding amplas 1000

Data kerusakan dari hasil bonding pada variasi amplas 400, 600, 1000

Tabel 3 luas kerusakan setelah diuji bonding

Variasi amplas	Luas kerusakan (mm <sup>2</sup> )
400	39,867
600	71,251
1000	270,810

Dari tabel 4.3 bahwa hasil bonding menunjukkan kerusakan yang lebih besar pada penggunaan variasi amplas 1000 dan untuk uji bonding yang paling kuat yaitu dengan jenis variasi amplas 400.

## 4 PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Dari hasil pegujian dan analisa tentang pelapisan logam baja karbon rendah menggunakan serbuk kaca, maka dapat disimpulkan bahwa :

- 1) Kandungan komposisi pada kaca berpengaruh terhadap titik lebur, warna kaca, tahan terhadap kimia, viskositas serta kestabilan kaca. Kandungan pada kaca juga mempengaruhi kegunaanya didalam melakukan *glass coating*, dikarenakan komposisi kimia pada setiap jenis kaca berbeda. Kaca yang dapat digunakan sebagai *glass coating* hanyalah kaca yang kandungan kiminya mendekati komposisi standar kandungan kimia kaca enameling.

- 2) Jenis ukuran amplas berpengaruh terhadap kekasaran permukaan plat baja karbon rendah dan terbentuknya anchor ( jangkar ) yang berfungsi sebagai pengait antara *glass coating* (enamel) dan *substrate*.
- 3) Dari hasil foto mikro dapat dilihat bahwa pengaruh jenis amplas menunjukkan terbentuknya anchor yang berbeda. Pada jenis amplas ukuran 600 dan 1000 yang menunjukkan kerekatan yang kurang mengikat. Sedangkan pada jenis amplas 400 terbentuknya anchor yang paling baik dan lebih mengikat.
- 4) Hasil dari pengujian bonding pada logam jenis amplas 400 menunjukan kerusakan yang lebih sedikit daripada jenis amplas 600 dan 1000

## DAFTAR PUSTAKA

- E. Scrinzi, S. Rossi, 2010. The aesthetic and functional properties of enamel coatings on steel. *Materials & Design – Mater-Design*, Vol. 31(9), pp. 4138-4146.
- F.S. Shieu, L.K.C. Lin, J.C. Wong, “Microstructure and adherence of porcelain enamel to low carbon steel”, *Ceram. Int.*, 25 (1999) 27–34.
- Masoud Bodaghi, Amin Davarpanah, 2011. The influence of cobalt on the microstructure and adherence characteristics of enamel on steel sheet. *Processing and Application of Ceramics*. I.G. Berdzenishvili, 2016 “synthesis of low- melting pipe enamel coating and their chemical durability”
- I.G. Berdzenishvili, 2012. Functional corrosion resistant enamel coating and their adherence strength
- Fuh-sheng shieu, kuen-cahng lin, jen-chyang wong. 1997.” Microstructure and adherence of porcelain enamel to low carbon steel “
- Leila samiee, hossein sorpoolaky, Alireza nurhabibi, 2006 “microstructure and adherence of cobalt containing and cobalt free enamels to low carbon steel”
- Pye, L.D. & others. *Introduction to Glass Science*, Plenum Press, New York. 1972. Pp. 513-529.